



### **Science Arts & Métiers (SAM)**

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>  
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/7628>

#### **To cite this version :**

Lionel ROUCOULES, Jawhar ELGUEDER, Emmanuelle ROUHAUD - Proposition d'un modèle d'interface proactif entre ingénierie de produit et de procédés de fabrication : application au grenaillage de mise en forme - In: Colloque GFAC 2010, France, 2010 - Groupement Français d'Analyse des Contraintes GFAC 2010 - 2010

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : [scienceouverte@ensam.eu](mailto:scienceouverte@ensam.eu)



# **Proposition d'un modèle d'interface proactif entre ingénierie de produit et de procédés de fabrication : application au grenaillage de mise en forme**

Lionel Roucoules<sup>1</sup>, Jawhar El Gueder<sup>2</sup>, Emmanuelle Rouhaud<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> *Arts et Métiers ParisTech - CER Aix en Provence, LSIS UMR 6128, 2 cours des Arts et Métiers, 13617 Aix en Provence*

<sup>2</sup> *Université de Technologie de Troyes, Institut Charles Delaunay, 12 rue Marie Curie – BP2060, 10010 Troyes Cedex*

## **Contexte industriel et scientifique**

La place de l'ingénierie numérique est aujourd'hui incontestable en milieu industriel afin de pouvoir valider le comportement des solutions choisies durant le processus de développement de produit. Cette notion de « développement virtuel de produit » permet alors de raccourcir les cycles de développement en diminuant les essais physiques, d'évaluer certains comportements qui ne pourraient pas être évalués physiquement (ex : phénomènes couplés) voire d'extrapoler les comportements dans des situations extrêmes tout en respectant les modèles sur lesquels se base la simulation. En ce qui concerne les procédés de fabrication, la notion de « prototypage virtuel » est, elle aussi, bien intégrée dans l'entreprise malgré la difficulté, encore souvent non résolue, de la compréhension des phénomènes permettant de définir la relation entre les paramètres du procédés, les caractéristiques du matériau et les caractéristiques du produit. C'est dans ce cadre que les travaux de recherche présentés se situent.

Les limites (i.e. verrous) scientifiques identifiées concernent d'une part la problématique de conception de produit afin de réellement « penser » à sa fabrication lors de son développement. D'autre part nous abordons la problématique de gestion des informations de fabrication afin de supporter le chainage de ces informations sur l'ensemble de la simulation des procédés de fabrication. Ce « chainage » permet, in fine, de conserver l'évolution des caractéristiques du produit (topologie, tolérance, états mécaniques) corrélée à sa gamme de fabrication. L'histoire produit-procédé est alors maîtrisée pour la simulation de sa fabrication mais aussi lors de l'analyse de ses comportements ; en particulier des comportements en fatigue.

Ce travail de recherche est réalisé dans le cadre de la thèse de doctorat de Jawhar EL GUEDER en collaboration avec l'entreprise Snecma et son groupe de recherche MAIA (module 8).

## **Résultats scientifiques**

L'apport scientifique majeure du travail de thèse et de « repenser » l'activité de conception et de modélisation géométrique à partir de l'analyse et de l'intégration d'expertises spécifiques permettant de progressivement, et au juste besoin, réduire l'espace des solutions de conception. La thèse se focalise sur les connaissances liées aux procédés de fabrication et particulièrement au grenaillage de mise en forme. Nous montrerons alors que l'activité de modélisation du produit peut être piloté par la définition de la gamme de fabrication (ou des alternatives de la gamme de fabrication). Ce pilotage est basé sur un modèle d'interface produit-procédé.

En assumant que tout procédé de fabrication met en jeu un flux de matière, les concepts du modèle d'interface s'appuient sur la notion de flux (i.e. squelette de fabrication) caractérisé par une ou plusieurs sections transverses et une trajectoire. Les attributs des sections et trajectoires permettent de prendre en compte dans la définition du produit : les éléments topologique, le tolérancement dimensionnel, les qualités de forme et de rugosité ainsi que les gradients de caractéristiques. Ces attributs sont alors liés aux paramètres des procédés de fabrication à travers la capitalisation des connaissances de fabrication sous forme de modèle analytique, de modèle numérique ou d'heuristique.

La gestion des données de fabrication est alors exploitée au sein d'une architecture logicielle qui permet de générer le modèle CAO tout en conservant les paramètres de construction de celui-ci. Ces paramètres de construction, liés aux paramètres de fabrication, sont intrinsèques au squelette de fabrications. Il est alors possible de suivre l'évolution du produit (topologie, tolérance, état mécanique) lors de l'ajout d'une opération de fabrication. Pour cela un ensemble d'algorithmes OpenCASCADE sont utilisés et couplés à un solveur éléments finis afin de calculer les déformations élastiques résultant de l'équilibre des contraintes résiduelles au sein de la pièce.